



## **LOS DINOSAURIOS EN SONORA: INVESTIGACION, EDUCACIÓN, CULTURA Y DESARROLLO REGIONAL**

**Autores:** Rafael Pacheco Rodríguez

Palabras clave: *Investigación, educación, cultura, desarrollo regional y divulgación*

### **Resumen**

*Los descubrimientos recientes de dinosaurios encontrados en el Municipio de Fronteras, Sonora, colocan al Estado de Sonora en una de las regiones más importantes a nivel nacional e internacional, pues albergan evidencias de la vida antigua de hace 70 millones de años. Los estudios iniciaron a principios de 2010, a la fecha se han descubierto varios sitios con huellas y esqueletos en un área de más de 200 kilómetros cuadrados. Los hallazgos paleontológicos representan una magnífica oportunidad para impulsar proyectos que impacten el desarrollo sustentable de la región, a la vez que se fortalece la educación la cultura de la sociedad y el turismo rural.*

*La Universidad de Sonora y la Universidad Nacional Autónoma de México, con la colaboración del H. Ayuntamiento de Fronteras y el Grupo México, han realizado una serie de trabajos en la región, lo interesante, es que participan las tres entidades básicas para un proyecto: sector público, iniciativa privada y Universidades, es decir, la triple Hélice. La socialización de los descubrimientos ha*



*sido fundamental para dar a conocer su importancia, pues se han utilizado las diversas herramientas de la divulgación: medios audiovisuales, escritos, orales y electrónicos. Se presenta el proyecto de divulgación y su impacto.*

*Actualmente se están elaborando proyectos estratégicos entre los que sobresalen: la construcción de un Museo de Historia Natural y Educación Ambiental y un Museo de Sitio el cual, tendrá un impacto, no nada más en la localidad sino en la región y el Estado y se integrará al acervo paleontológico internacional. El proyecto integra 4 elementos básicos: investigación, educación, cultura y desarrollo regional. La investigación con un sentido social.*

2

A poco más de un año de que la Universidad de Sonora (UNISON) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) iniciaran las investigaciones de dinosaurios en el Municipio de Fronteras, Sonora, se han encontrado varias localidades con registros fósiles con huellas y huesos que convierten a esta localidad en una de las más importantes, paleontológicamente hablando, del país y del mundo. Un registro fósil es un testigo de la vida antigua y nos permite conocer la evolución de las especies y del medio ambiente de nuestro planeta.



Con los estudios iniciados en enero de 2010, se han descubierto varios sitios con huellas y rastros de dinosaurios localizados en la Comisaría de Esqueda y una cantidad significativa de esqueletos parciales de dinosaurios en un área aledaña al poblado de Fronteras. Se han encontrado también registros fósiles marinos, troncos, plantas petrificadas y organismos de periodos más recientes como mamuts, mastodontes, bisontes, tortugas, cocodrilos, entre otros.

El grupo de investigadores de la Universidad de Sonora y Universidad Nacional Autónoma de México, con la colaboración del H. Ayuntamiento de Fronteras y de la empresa minera del Grupo México, han realizado una serie de trabajos en la región, con excelentes resultados. El tema de los dinosaurios representa una excelente oportunidad para promover la educación y la cultura científica y el desarrollo regional rural del Estado. Un ejemplo parecido de este tipo de proyectos es el Museo del Desierto de Saltillo, Coahuila y el de San Juan Raya en Puebla, considerados como espacios que albergan el patrimonio paleontológico y de algunas especies del país. La historia es semejante.

3

### **Proyectos integrales de desarrollo regional**

Este tipo de hallazgos representan una magnífica oportunidad para elaborar proyectos que impacten el desarrollo sustentable de la región (económico, social y ecológico), fortalecen la educación, la cultura sociedad y permiten impulsar proyectos de turismo paleontológico. Las comunidades rurales en Sonora tienen pocas oportunidades de desarrollo, la emigración a las grandes ciudades o al



extranjero es constante, por lo que este tipo de proyectos son una verdadera alternativa para mejorar las condiciones de vida de los lugareños y promover su arraigo. Es así como a iniciativa del grupo de investigación constituido por Rene Hernández Rivera, Carlos M. González León y Rafael Pacheco Rodríguez, los dos primeros del Instituto de Geología de la UNAM y el tercero de la División de Ingeniería de la UNISON, están elaborado varios proyectos entre los que destacan: Un Museo Historia Natural y Educación Ambiental y un Museo de Sitio. Se espera que el impacto no sea local sino regional estatal e internacional. El tema central son los dinosaurios, pero a su alrededor se abordan otras ciencias: astronomía, geología, biología, física, química, ecología, antropología entre otras. Ejemplo de este tipo de proyectos es el Museo del Desierto de Saltillo, Coahuila, el de San Juan Raya en Puebla pues son espacio que albergan el patrimonio paleontológico y que son parte del acervo mundial de la evolución de las especies.

4

### **Importancia de los dinosaurios**

Los dinosaurios fueron los organismos más exitosos que han habitado el planeta Tierra, vivieron 165 millones de años, en la llamada Era Mesozoica o Era de los Dinosaurios. Actualmente conocemos su existencia gracias a los registros fósiles (evidencia de la vida en el pasado): huesos permineralizados, huellas de sus pisadas, impresiones de piel, nidos con huevos, y coprolitos. Un fósil es cualquier vestigio de la vida pasada con más de 10,000 años de antigüedad según los paleontólogos (científicos que estudian los fósiles). Los dinosaurios se





expandieron en todo el globo terráqueo pues sus restos están en todo el mundo. Encontrarse un registro fósil es insólito, requiere que se hayan dado ciertas condiciones muy especiales para su conservación o preservación. En el caso de los huesos, los organismos, después de muertos, tuvieron que haber sido enterrados inmediatamente, para evitar su descomposición o fragmentación por fenómenos naturales como el agua, viento, entre otros. Posteriormente, la materia orgánica original debió haber sido reemplazada por nuevos minerales para garantizar su conservación a través de millones de años. En el caso de las huellas es semejante, una vez que caminaron los dinosaurios por un suelo fangoso, húmedo, dejaron sus impresiones, éstas fueron inmediatamente sepultadas por una nueva corriente de agua y sedimentos. Posteriormente fueron cubiertos por otro tipo de sedimentos o erupciones volcánicas, y no es hasta millones de años después, cuando la naturaleza se encargó de ponerlos al descubierto, gracias a la erosión y al movimiento tectónico constante de la tierra, quedaron expuestos para ser investigados por los paleontólogos o geólogos. Encontrarse un registro fósil es todo un acontecimiento científico.

5

### **Descripción geográfica y geológica de la región**

La zona en estudio, se localiza en al Noreste del Estado de Sonora, en el Municipio de Fronteras, a 70 kilómetros al sur de la ciudad de Agua Prieta, la cual hace frontera con la ciudad de Douglas, Estados Unidos de Norteamérica. Se ubica en el límite poniente de la Sierra Madre Occidental, conocida como Sierras y



Valles Paralelos, se les conocen como La Púrica y Los Ajos, las cuales alcanzan más de 2,000 metros sobre el nivel del mar y están constituidos fundamentalmente por rocas volcánicas y plutónicas y sedimentarias. El vales están conformados por depósitos continentales de arenas, arcillas y gravas, con arroyos que solo llevan agua en épocas de lluvias o deshielo. La geología del área en estudio nos ilustra un paleo ambiente continental deltaico, constituido por arroyos, ríos, lagunas de hace 70 millones de años de antigüedad. Las huellas se encuentran en un ambiente lacustre y los huesos son más continentales: arroyos, arenas y grabas.

### **Los registros fósiles: páginas del pasado**

La investigación formal inició el mes de enero de 2010 en esta región. Nos dieron aviso de que un grupo de Lajeros que explotan la cantera (lajas para construcción u ornamentación), en el Ejido de Esqueda, Sonora, quienes “decían” haber encontrado huellas de dinosaurio. El grupo de investigación que ya ha había trabajado con desde hace 15 años en la región, constituida por Rene Hernández, Carlos González y Rafael Pacheco, se dieron a la tarea de verificar dichos reportes. El 22 de enero se visitó la localidad en donde los trabajadores habían descubierto 3 huellas muy mal conservadas, a las que se les hizo el estudio correspondiente. El estado de preservación no era muy bueno. Al realizar excavaciones con un trascabo en la parte superior del a cantera, se lograron descubrir 9 huellas en total y se constató que, efectivamente, se trataba de huellas de dinosaurio del grupo de los Hidrozoarios (reptiles masivos), mejor conocidos



como Pico de Pato, con un tamaño de cabeza a cola de 8 metros. En el levantamiento geológico se estima que de continuar las excavaciones se podrán encontrar más de 50 huellas en el mismo corredor o sendero.

Al continuar la excavación y limpieza del lugar, con el apoyo de Grupo México y el H. Ayuntamiento de Fronteras, se descubrió otro sendero de huellas, de otro Hidrozoario más grande, aproximadamente de 18 metros de longitud a 3.5 metros de distancia estratigráfica, hacia la parte superior, lo cual indica varios cientos de años de diferencia en edad con respecto al anterior. Las sorpresas continuaron, intermedio a los dos hallazgos anteriores se descubrieron otras huellas de un Terópodo (Pié de bestia), bípedo carnívoro, con una longitud de 2 a 3 metros aproximadamente. Es decir, los tres organismos caminaron en diferente tiempo geológico pero en el mismo sendero.

7

Al continuar la exploración de la región, se delimitó un área potencial es enorme de más de 15 kilómetros cuadrados con muchas probabilidades de encontrar más huellas tiene las mismas características geológicas y paleo ambientales. Lo anterior se afirma porque, trabajadores ejidatarios de la región, han encontrado otras canteras con huellas impresas de dinosaurios las cuales son objeto de estudios actualmente.

### **Historia y características de los hallazgos**

En lo que respecta a los huesos de dinosaurio, hace 15 años en investigaciones al sur de Naco y oriente de Cananea, Sonora, se encontraron registros fósiles de



varios tipos: fémures, húmeros, costillas, vertebras de hidrozoarios y ceratópidos y dientes de carnívoros, entre otros. En la región de Fronteras, se constató el hecho de la existencia de huesos de dinosaurio en un paleo ambiente de humedal, deltaico, más continental que el de las huellas. Posteriormente, se inició la exploración en la región logrando ubicar un sitio con un esqueleto parcial de dinosaurio, por lo que se procedió a la excavación sistemática para desenterrarlos lográndose descubrir más de 100 huesos en buen estado. El ejemplar es importante porque el grado de preservación es bastante bueno, incluye cintura pélvica, vertebras, fémures parciales costillas. Las primeras investigaciones indican que puede ser el dinosaurio más grande de Norteamérica.

8

### **Otros hallazgos de fósiles**

Además en otros estudios regionales se encontraron distintos tipos de registros fósiles como troncos petrificados de gran tamaño, impresiones de plantas herbáceas fósiles, bivalvas de carácter continental (lacustres), y rocas calcáreas de origen marino con una gran cantidad de bivalvos pelecípodos y gasterópodos del Cretácico Medio. Este hecho refuerza a la región como una página muy importante en la historia de la vida por la gran diversidad de fósiles.

### **Impacto de los descubrimientos**

Los integrantes del comité de investigación coinciden en que los descubrimientos deben de tener un impacto en la sociedad. Además de la riqueza paleontológica, se hizo un estudio de la región para formular un proyecto de desarrollo integral.





En la región Noreste del Estado, se encuentran los yacimientos minerales de cobre más importantes del país como lo demuestran las minas de Cananea, Nacozari, Bisbee y El Tigre. La región se ubica en la reserva de la Biosfera Los Ajos-Bavispe. Por otra parte, la historia indígena de la región la hace muy atractiva pues el legendario Indio Jerónimo, así como otros personajes de la historia contemporánea como el Caballero de Anza, colonizador de la región. La Flora, fauna, minería, historia contemporánea y dinosaurios son su patrimonio cultural y que la hacen un atractivo turístico y reúne los elementos fundamentales para un proyecto integral de desarrollo rural. La investigación, educación, cultura y desarrollo regional cuatro elementos básicos del impacto regional, mismos que se describen a continuación:

9

**1. Investigación.** Una primera interpretación del sitio de las pisadas de dinosaurio proponen a la zona como un abrevadero paleontológico. Probablemente, este sendero de los dinosaurios del final del cretácico, duró varios cientos o miles de años sin que hubiera perturbación alguna en su paleo ambiente. Por otra parte, la gran cantidad de huesos de dinosaurios en el poblado de Fronteras, refuerzan la importancia paleontológica de la región y la convierten en una verdadera página de la historia de dinosaurios en el mundo. Los trabajos a futuros de prospección y excavación, aportarán nuevos conocimientos de estos organismos. La investigación en la región tardará por lo menos 5 años, en una primera etapa.



**2. Educación y cultura.** Un aspecto prioritario del proyecto es la promoción de la cultura de las comunidades, sobre todo de la niñez y la juventud. La investigación de estos organismos permitirá la vinculación con el sector educativo oficial de la región. A la fecha, se han impartido conferencias sobre la importancia de los descubrimientos en varios municipios, desde Esqueda hasta Nacozari y Hermosillo. Este tema permite involucrarse en varias disciplinas del conocimiento: física, química, biología, geografía, paleontología, vulcanismo, tectónica, ecología, recursos minerales, entre otros. Gracias a la divulgación podemos afirmar que las comunidades de la región saben de la importancia de su localidad. A continuación se describen algunas de las actividades futuras en este rubro:

10

- Elaborar de un proyecto educativo-cultural, en coordinación con el sector educativo oficial, las autoridades gubernamentales y los sectores productivos de la región.
- Promover un programa para favorecer la cultura y educación ambiental y sustentable de la niñez, juventud y la familia.
- Promover una cultura sustentable del uso racional de los recursos naturales, como el agua, la energía, el medio ambiente.
- Impulsar acciones específicas como: la detección de ecosistemas para promover la educación ambiental, elaborar material audiovisual de la región sobre la flora, fauna, la historia de la vida, los dinosaurios, los recursos naturales, entre otros.



- Construir prototipos didácticos y maquetas sobre temas estratégicos enfocados a promover una cultura ecológica a través del conocimiento de los dinosaurios.
- Construir laboratorios interactivos para impartir cursos, talleres para niños, y jóvenes y papás sobre ciencia, tecnología, medio ambiente y desarrollo sustentable.
- Conformar el club de amigos de la ciencia y los dinosaurios para sistematizar las actividades de investigación y divulgación.

**3. Proyecto de desarrollo regional comunitario: turismo rural.** Los hallazgos de los registros fósiles de dinosaurios podrían ser los detonantes de proyectos de desarrollo turístico sustentable, buscando sobre todo su preservación y su exhibición en un Museo de Sitio y un Museo de Historia Natural y Educación Ambiental, generando no sólo un centro de investigación y educación, sino también fuentes de trabajo.. Actualmente se está consensando el proyecto con las autoridades del H. Ayuntamiento de Fronteras, el Grupo México, Ejidatarios de Esqueda, Asociación de profesionistas, entre otros.

Existen experiencias exitosas en el mundo en donde este tipo de proyectos, son verdaderos detonantes del desarrollo económico de la sociedad a través del turismo alternativo. A la fecha, hemos avanzado en la definición de dos proyectos estratégicos los cuales ya están consensados y se está en la etapa de su



formulación con la participación de los diversos sectores de la sociedad. Los proyectos se mencionan a continuación:

- **Museo de Sitio.** Se inició la primera etapa de la construcción de un Museo de Sitio en la localidad, ubicado a 11 kilómetros de Esqueda, en las estribaciones del Cerro Carro Quebrado. Consiste en un proyecto de obra civil, arquitectónico, museográfico y de vías de acceso a la zona de las huellas para que puedan ser visitadas por turistas y grupos educativos de la región, del Estado y del extranjero. El objetivo es preservar, cuidar y dar a conocer los hallazgos de las huellas de dinosaurios y promover el turismo paleontológico de la zona.
- **Museo de Historia Natural y Educación Ambiental.** La región es privilegiada pues alberga varias páginas de la historia de la vida y de la tierra. Este aspecto la convierte en un lugar ideal para construir un Museo de Historia Natural y Educación Ambiental, cuyo tema principal serían los hallazgos de dinosaurios. Este espacio permitirá albergar los registros fósiles de la región, con el apoyo de investigadores expertos en el tema. El contenido temático del Museo es el siguiente: Un espacio donde se muestre historia de la vida, la evolución del planeta tierra, los organismos que la han habitado desde su formación, los dinosaurios como los organismos más exitosos, los organismos actuales tanto flora como fauna, los recursos minerales de la región con los grandes yacimientos de cobre, oro, molibdeno, plata, entre otros. La historia de Sonora representada por los





grupos indígenas de la región, los personajes de la historia, entre otros, También se contempla el tema de la formación del universo y la formación de la tierra por lo cual se tiene planeado construir un Planetario con el apoyo del Instituto Nacional de Óptica y Electrónica (INAOE). En síntesis se incluirá: El Universo; La Tierra, un planeta vivo; La evolución de las especies; El mundo de los dinosaurios; Cultura ambiental, Historia antropológica de la región, Los recursos naturales (minería, flora y fauna).

Este espacio le daría presencia a nivel nacional e internacional a la región. El objetivo es construir un espacio físico que albergue el patrimonio paleontológico, natural, ambiental y cultural de la región para promover la educación, la cultura y el desarrollo regional.

13

### **Sectores y dependencias participantes**

Un aspecto fundamental es procurar la integralidad en todos sentidos, incluyendo los sectores que están llamados a participar en el proyecto. Se mencionan a continuación:

- Dependencias federales: INAH, SEMARNAT, Secretaría de Turismo, Secretaría de Educación Pública, CONACYT.
- Dependencias Estatales: Gobierno del Estado a través de: Secretaría de Turismo, Secretaria de Educación y Cultura, Secretaría de Economía, Desarrollo Regional, CEDES, Instituto Sonorense de Cultura.
- Dependencias Educativas: UNAM, UNISON, CESUES, Universidad de la Sierra, Colegios de Bachilleres de la región.



- Centros de investigación: Instituto de Geología de la UNAM, Instituto de Astrofísica y Óptica, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo A.C.
- Sectores privados: Grupo México, Minera (Minera la Caridad, Minera Cananea, Cámara Minera de México, Industria de la Construcción.
- Municipio: Autoridades municipales de: Fronteras, Nacozari, Agua Prieta, Naco, Cananea, Cumpas, Moctezuma.
- Asociaciones de profesionistas: AIMMGAC, Asociación de Mineros, Sociedad Sonorense de Historia, Sociedad Sonorense de Arquitectos, Sociedad Geológica Mexicana, Sociedad Paleontológica Mexicana.
- Organizaciones Internacionales: Fundaciones, Museo del Desierto de Arizona, entre otros.

14

### **La importancia de la socialización del proyecto: clave del éxito**

Desde enero de 2010, se inició la socialización de los avances de la investigación, utilizando todos los medios y herramientas de comunicación. A la fecha se han realizado las siguientes actividades de divulgación:

- Más de 20 conferencias y cursos para niños, jóvenes, adultos, profesionistas en los municipios de Fronteras, Nacozari y Hermosillo.



- Se ha mantenido una presencia en la prensa escrita estatal, nacional e internacional, dando conocer los avances de las investigaciones. Han salido artículos a nivel nacional en los periódicos La Jornada, El Universal, a nivel regional en El Imparcial y en Enlace, en Revistas de divulgación como Epistemes, en boletines de prensa y folletos
- Se han realizado varias entrevistas en radio: En Radio Universidad se han realizado 6 programas de media hora, en radiodifusoras comerciales de la región y del país como Radio Formula y Uniradio
- Televisión: Se han producido dos programas de media hora con la empresa televisiva y estamos por realizar el tercero, logrando una cobertura nacional e internacional pues también se han transmitido en la televisión de paga. Se han producido y transmitido programas especiales en televisión por cable (Megacanal). A nivel internacional han salido notas en Discovery-Chanel y en National Geographic. Actualmente se está planeando hacer un programa de mayor duración pues el maestro René Hernández, integrante del proyecto, mantiene una relación estrecha con estas compañías.
- En internet se tiene un blog en donde puede ser consultada los avances de las investigaciones y material gráfico (<http://divulgacionciencia.blogspot.com>).

### **Coordinación y organización**



El proyecto es impulsado fundamentalmente por la UNAM y la UNISON. A través del Instituto de Geología y la División de Ingeniería, respectivamente. A estas fechas se tiene un año diez meses en la investigación. El proyecto ha sido incluyente, pues se integran los diversos sectores de la sociedad: H Ayuntamiento (Sector Publico), Sector industrial (Grupo México), Asociaciones de profesionistas (AIMMGM AC), Grupo Pro-Fronteras, Sector educativo de nivel básico y medio superior, ejidatarios. Están las 4 hélices, elementos estratégicos para un proyecto sustentable. Las acciones se planean en coordinación con estos sectores.

### **Perspectivas futuras del proyecto**

El estudio de los dinosaurios apenas inicia, está por delante muchos meses y años de investigación por lo extenso de la región. Tanto la UNISON como la UNAM tienen especial interés en continuar los estudios pues el potencial científico es enorme y las expectativas para impulsar un modelo de desarrollo regional rural en el Estado de Sonora representan una oportunidad de desarrollo social sustentable. La región debe ser considerada como estratégica tanto para el Gobierno del Estado de Sonora como el Gobierno Federal, pues alberga en su seno un enorme y significativo patrimonio paleontológico, testigo y evidencia de la historia de la vida. Sonora es un Estado privilegiado, pues tiene en sus formaciones geológicas una gran diversidad de registros fósiles de importancia mundial. Las instituciones educativas y de investigación, están aportando los recursos humanos, los expertos en investigación y los laboratorios para su estudio. El modelo de trabajo





que se ha implantado puede ser replicable en otras regiones del Estado de Sonora, la integración de esfuerzos, la evaluación de del potencial de las comunidades para detonar proyectos de desarrollo rural sustentable serán los elementos fundamentales del éxito. Actualmente se está en la etapa de formulación de proyectos de inversión en donde se definirán con exactitud las estrategias y acciones correspondientes.

Finalmente, gracias a la aplicación de las herramientas de divulgación científica que se han aplicado en el proyecto de desarrollo regional, se ha podido promover y dar a conocer la importancia del patrimonio paleontológico en el Estado de Sonora y fortalecen la gestión de proyectos específicos que impacten positivamente la educación, la cultura y las condiciones de vida de las comunidades rurales del país.

# **XVIII** Congreso Nacional

de Divulgación de la Ciencia y la Técnica

---

2do. Congreso Estatal de Difusión y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología

